Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

CSAS | SCCS

Canadian Science Advisory Secretariat | Secrétariat canadien de consultation scientifique

Proceedings Series 2005/006 | Série des comptes rendus 2005/006

National Science Peer Review of Finfish Cage Aquaculture in the Marine Environment

22-25 February 2005
Institute of Ocean Sciences
Sidney, British Columbia

Jake Rice, Chairperson

200 Kent Street
Ottawa, ON
K1A 0E6

Examen scientifique national par les pairs de la pisciculture marine en cage

Du 22 au 25 février 2005
Institut des sciences de la mer
Sidney, Colombie-Britannique

Jake Rice, président

200, rue Kent
Ottawa, ON
K1A 0E6

August 2005 / août 2005

Canada

National Science Peer Review of Finfish Cage Aquaculture in the Marine Environment

22-25 February 2005
Institute of Ocean Sciences
Sidney, British Columbia

Jake Rice, Chairperson

200 Kent Street
Ottawa, ON
K1A 0E6

Examen scientifique national par les pairs de la pisciculture marine en cage

Du 22 au 25 février 2005
Institut des sciences de la mer
Sidney, Colombie-Britannique

Jake Rice, président

200, rue Kent
Ottawa, ON
K1A 0E6

August 2005 / août 2005

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2005
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2005

ISSN 1701-1272 (Printed / Imprimé)

Published and available free from
Une publication gratuite de

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Canadian Science Advisory Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

CSAS@DFO-MPO.GC.CA

Printed on recycled paper.
Imprimé sur papier recyclé.

Correct citation for this publication:

DFO, 2005. National Science Peer Review of Finfish Cage Aquaculture in the Marine Environment, 22-25 February 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2005/006.

On doit citer cette publication comme suit :

MPO, 2005. Examen scientifique national par les pairs de la pisciculture marine en cage, du 22 au 25 février 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, compte rendu 2005/006.

105-07593/

TABLE OF CONTENTS — TABLE DES MATIÈRES

SUMMARY vii
SOMMAIRE vii

INTRODUCTION 1
INTRODUCTION 1

WORKING PAPERS 2
DOCUMENTS DE TRAVAIL 2

Benthic monitoring methods for Habitat Management of finfish mariculture in Canada 2
Méthodes de surveillance benthique employées par Gestion de l'habitat relativement à la pisciculture marine au Canada 2

Areal extent of effects 2
Portée géographique des effets 2

Bottom substrate 3
Substrat de fond 3

Zinc and copper as tracers 4
Le zinc et le cuivre utilisés comme traceurs 4

Indicators of change 5
Indicateurs de changements 5

The suitability of DEPOMOD for use in the management of finfish aquaculture in sites, with particular reference to Pacific Region 6
Pertinence du modèle DEPOMOD pour la gestion de la pisciculture à des emplacements particuliers, surtout pour ce qui est de la région du Pacifique 6

Model predictions 6
Prévisions du modèle 6

Resuspension module 7
Module de remise en suspension 7

Initial deposition effect 8
Effets associés au dépôt initial 8

Wild fish interactions 9
Interactions avec les poissons sauvages 9

Fish feed 9
Aliments pour poissons 9

Management implications 10
Répercussions sur la gestion 10

A preliminary perspective on dissolved oxygen standards and models in the marine coastal zone with particular consideration of finfish aquaculture in the southwest New Brunswick portion of the Bay of Fundy 10
Perspective préliminaire sur les normes et les modèles applicables à l'oxygène dissous dans la zone marine côtière, en prêtant une attention particulière à la pisciculture dans les eaux de la baie de Fundy situées au sud-ouest du Nouveau-Brunswick 10

Natural variation in DO 10
Variation naturelle de l'OD 10

Data availability 11
Disponibilité des données 11

Biological changes associated with DO 11
Changements biologiques associés à l'OD 11

Guidelines and standards 12
Lignes directrices et normes 12

Eutrophication impacts of marine finfish aquaculture 13
Eutrophisation due à la pisciculture marine 13

Definition of eutrophication 13
Définition de l'eutrophisation 13

Approved Production Limits 14
Limites de production approuvées 14

Deposition 14
Sédimentation 14

Biological effects 15
Effets biologiques 15

Implications for other regions 16
Répercussions pour les autres régions 16

Assessing marine habitat sensitivity: a case study comparing eelgrass and kelps 16
Évaluation de la sensibilité de l'habitat marin : étude de cas comparative entre la zostère marine et le varech 16

Additional factors affecting kelp and eelgrass 16
Facteurs supplémentaires influant sur le varech et la zostère marine 16

Defining habitat sensitivity 17
Définition de la sensibilité de l'habitat 17

SCIENCE – HABITAT MANAGEMENT LINK 19
LIEN ENTRE LES SECTEURS DES SCIENCES ET DE LA GESTION DE L'HABITAT 19

Habitat Management Context 19
Contexte du secteur de la Gestion de l'habitat 19

Science in Support of Habitat Management 19
Appui du secteur des Sciences au secteur de la Gestion de l'habitat 19

Near- and Far-Field Effects 20
Effets rapprochés et éloignés 20

FUTURE RESEARCH NEEDS 22
BESOINS AU CHAPITRE DES RECHERCHES 22

LITERATURE CITED 25
DOCUMENTS CITÉS 25

ANNEX 1 : Working Papers 26
ANNEXE 1 : Documents de travail 26

ANNEX 2: List of Participants 27
ANNEXE 2 : Liste des participants 27

ANNEX 3: Agenda 29
ANNEXE 3 : Ordre du jour 30

SUMMARY

A national science peer review was held 22-25 February 2005 at DFO's Institute of Ocean Sciences, Sidney, British Columbia. The purpose of the peer review was to provide science advice to DFO's Habitat Management related to the effects of finfish cage aquaculture in the marine environment. The science advice addressed tools for assessing habitat effects and sensitivity of selected fish habitats. DFO scientists drafted five scientific working papers, and meeting participants conducted impartial and objective scientific review of the papers. These proceedings summarize the discussions at the peer review. The conclusions and specific advice resulting from the peer review meeting are contained in a Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) Science Advisory Report (2005/034).

SOMMAIRE

Un examen scientifique national par des pairs a eu lieu du 22 au 25 février 2005 à l'Institut des sciences de la mer du MPO à Sidney, en Colombie-Britannique. Cet examen avait pour but de fournir à Gestion de l'habitat du MPO un avis scientifique sur les effets de la pisciculture marine en cage. Cet avis scientifique traite des outils à employer pour évaluer les effets sur l'habitat de la pisciculture marine en cage et déterminer la sensibilité de certains habitats du poisson à ce type de culture. Les scientifiques du MPO ont rédigé cinq documents de travail, que les participants à la réunion ont ensuite soumis à un examen scientifique impartial et objectif. Le présent compte rendu est un résumé des discussions tenues lors de cet examen. Les conclusions découlant de l'examen par les pairs seront publiées dans l'avis scientifique 2005/034 du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS).

INTRODUCTION

A national science peer review was held 22-25 February 2005 at DFO's Institute of Ocean Sciences, Sidney, British Columbia (BC). The purpose of the peer review was to provide science advice to DFO's Habitat Management related to the effects of finfish cage aquaculture in the marine environment. Specifically, Habitat Management required clear science advice to recommend appropriate tools for assessing habitat effects, to determine the sensitivity of selected fish habitats, and to ensure national coherence between regionally specific tools or approaches.

In preparation for the peer review meeting, DFO scientists drafted five scientific working papers (Annex 1). The papers were distributed to meeting participants prior to the peer review. Over 40 participants attended the peer review meeting, from DFO, provincial governments, industry, non-governmental organizations and academia (Annex 2).

At the peer review, authors of the working papers presented summaries of the papers' main findings and conclusions (see the Agenda in Annex 3). Participants conducted impartial and objective scientific review of the papers. After all working papers were presented and discussed, the participants collectively drew conclusions for science advice to Habitat Management (DFO 2005). These proceedings summarize the discussions at the peer review.

INTRODUCTION

Un examen scientifique national par des pairs a lieu du 22 au 25 février 2005 à l'Institut des sciences de la mer du MPO à Sidney, en Colombie-Britannique (C.-B.). Cet examen avait pour but de fournir à Gestion de l'habitat du MPO un avis scientifique sur les effets de la pisciculture marine en cage. Gestion de l'habitat voulait plus précisément obtenir un avis scientifique clair qui permette de recommander les outils à utiliser pour évaluer les effets sur l'habitat de la pisciculture marine en cage, de déterminer la sensibilité de certains habitats du poisson à ce type de culture et d'assurer la cohérence nationale des outils et des approches propres aux régions.

En préparation de l'examen par les pairs, les scientifiques du MPO ont rédigé cinq documents de travail scientifiques (annexe 1). Ces documents ont été distribués aux participants avant l'examen. Étaient présents à l'examen plus de 40 participants provenant du MPO, des gouvernements provinciaux, de l'industrie, d'organisations non gouvernementales et du milieu universitaire (annexe 2).

Dans le cadre de l'examen par les pairs, les auteurs des documents de travail ont présenté les sommaires de leurs principales constatations et conclusions (voir l'ordre du jour à l'annexe 3). Les participants ont ensuite fait un examen scientifique impartial et objectif des documents. Suivant la présentation de tous les documents de travail et la tenue de discussions à leur sujet, les participants sont parvenus ensemble à des conclusions sur la formulation d'un avis scientifique pour Gestion de l'habitat (MPO 2005). Le présent compte rendu résume les discussions tenues à l'examen par les pairs.

WORKING PAPERS

Benthic monitoring methods for Habitat Management of finfish mariculture in Canada

(D.W. Wildish, G.W. Pohle, B.T. Hargrave, T.F. Sutherland and M.R. Anderson)

Areal extent of effects

Participants discussed methods used to determine the areal extent of benthic effects of fish farms. Some researchers suggested that using sediment cores and grab samples to determine the spatial extent of effects is prohibitively costly. However, others disagreed and suggested that point samples be collected along transects of organic enrichment gradients, located along dominant current directions, to determine where the benthic effect diminishes. Participants agreed that acoustic methods and videography can be used to obtain a sense of the spatial area of effects. Sediment profile imaging was recommended as an effective and proven method for providing depth-related information on benthic habitat quality where grabs/cores can be inserted into soft to medium-sand sediments. Several participants recommended the use of reference sites to determine the geographic extent of farm effects.

DOCUMENTS DE TRAVAIL

Méthodes de surveillance benthique employées par Gestion de l'habitat relativement à la pisciculture marine au Canada

(D.W. Wildish, G.W. Pohle, B.T. Hargrave, T.F. Sutherland et M.R. Anderson)

Portée géographique des effets

Les participants discutent des méthodes employées pour déterminer la portée géographique des effets qu'ont les installations piscicoles sur l'habitat benthique. Certains chercheurs pensent qu'il coûte trop cher de prélever des carottes et des échantillons instantanés pour déterminer la portée spatiale de ces effets. D'autres chercheurs toutefois sont en désaccord avec cette pensée et proposent que des échantillons ponctuels soient prélevés le long des transects de gradients d'enrichissement organique, situés dans l'axe des courants dominants, pour déterminer à partir de quel endroit les effets benthiques diminuent. Les participants conviennent qu'on peut utiliser des méthodes acoustiques et vidéographiques pour se faire une idée de l'aire spatiale de ces effets. On recommande l'utilisation de l'imagerie des profils sédimentaires comme méthode efficace et éprouvée pour obtenir des données liées à la profondeur sur la qualité de l'habitat benthique et ainsi déterminer où peuvent être prélevés des carottes et des échantillons instantanés sur des sédiments de sables fins à moyennement grossiers. Plusieurs participants recommandent l'utilisation de sites de référence pour la détermination de la portée géographique des effets attribuables aux installations piscicoles.

Bottom substrate

Different bottom substrates require different sampling methods, which may result in a complex and expensive monitoring program in a highly patchy environment. In such an environment, a quantitative camera/video survey could be used to assess benthic habitats and areas of effect across all substrate types. Additional sampling could be implemented according to substrate type.

In general, hard bottoms pose a particular challenge for monitoring relative to soft bottoms. Tools used on soft bottoms (depositional areas) do not necessarily apply to hard bottoms (e.g., total sulphides). Participants suggested that, in hard bottom areas, indicators of chemical change may include colour variables (i.e., chroma, colour intensity and hue). Artificial substrates were also suggested as a method for assessing biological colonization of hard bottoms, although further research is needed. Finally, dissolved oxygen (DO) was suggested as a tool for assessing benthic effects on hard bottoms. However, some factors may complicate its use (e.g., depth of the benthic boundary layer and naturally low DO concentrations in bottom water). More research is needed to fully understand the ability of this tool to detect benthic effects.

Substrat de fond

Différents substrats de fond nécessitent différentes méthodes d'échantillonnage, ce qui peut rendre coûteuse et complexe l'application d'un programme de surveillance dans un milieu très inégal. Dans un tel milieu, on peut avoir recours à un relevé quantitatif, cinématographique ou vidéographique, pour évaluer les habitats benthiques et déterminer les zones affectées pour tous les différents types de substrats. Selon le type de substrat, un échantillonnage supplémentaire peut se révéler nécessaire.

En général, les fonds durs posent plus de difficultés en matière de surveillance que les fonds mous. Les outils utilisés pour les fonds mous (zones de dépôt) ne s'appliquent pas nécessairement aux fonds durs (p. ex., sulfures totaux). Les participants proposent donc d'inclure des variables de couleur dans les indicateurs de variation chimique pour les zones de fonds durs (c.-à-d., saturation, intensité de la couleur et tonalité). Ils proposent également l'utilisation de substrats artificiels comme méthode pour évaluer la colonisation biologique des fonds durs, bien qu'on doive poursuivre les recherches à cet égard. Finalement, on propose l'utilisation de l'oxygène dissous (OD) comme outil pour évaluer les effets benthiques sur les fonds durs. Quelques facteurs peuvent toutefois venir compliquer son utilisation (p. ex., profondeur de la couche limite du milieu benthique et concentrations d'OD naturellement faibles près du fond). Il faudra poursuivre les recherches si l'on veut parvenir à comprendre pleinement la capacité de cet outil à détecter les effets benthiques.

Zinc and copper as tracers

There was a great deal of discussion about the use of normalized zinc and copper as tracers of marine finfish cage aquaculture. Zinc (Zn) is a supplement added to fish feed, and its concentration in feed from different sources may vary. Copper (Cu) is used in antifouling treatments on nets.

The tracers give a good indication of the spatial range at which benthic effects may extend from fish farms. In addition, measurements may be made in sediments from different depths (vertical profiles) within soft deposits to provide historic information of changes over time. It was suggested that Zn may be a near-field tracer of feed and Cu (which is more soluble) may be a far-field tracer. However, an industry shift towards washing nets on shore may render the Cu issue less relevant. A participant described studies that have shown high Cu concentrations in sediment associated with in-situ washing of nets. However, once the practice of in-situ washing stopped, Cu concentrations in sediment decreased.

Participants discussed "effects versus effects *per se*." Measures of Zn and Cu do not consider metal bioavailability, and therefore, cannot be directly related to sediment toxicity and do not give an indication of biological effects. Consequently, some participants questioned the purpose of monitoring the tracers. Participants suggested that these metal tracers be monitored for the following reasons: 1) Zn and Cu are

Le zinc et le cuivre utilisés comme traceurs

Une grande partie de la discussion porte sur l'utilisation du zinc et du cuivre normalisés comme traceurs des effets de la pisciculture marine en cage. Le zinc (Zn) est un supplément ajouté aux aliments pour poissons et sa concentration peut varier selon les différentes sources d'aliments. Le cuivre (Cu) est employé dans les traitements antisalissures qu'on applique sur les filets.

Les traceurs donnent une bonne indication de la portée spatiale des effets benthiques associés aux installations piscicoles. En outre, l'analyse de sédiments prélevés à différentes profondeurs (profils verticaux), à l'intérieur de dépôts mous, permet d'obtenir des données historiques sur les changements qui se produisent au fil du temps. On propose d'utiliser le Zn comme traceur d'effets rapprochés et le Cu (qui est plus soluble) comme traceur d'effets éloignés. Cependant, le recours au Cu pourrait devenir moins pertinent si on commence, dans l'industrie, à laver les filets sur le rivage. Un participant décrit des études selon lesquelles il y aurait de fortes concentrations de Cu dans les sédiments en raison du lavage sur place des filets. Ces mêmes études montrent que les concentrations de Cu diminuent lorsque cesse le lavage sur place.

Les participants discutent des « effets réels par rapport aux effets intrinsèques ». Comme les mesures du Zn et du Cu ne tiennent pas compte de la disponibilité biologique des métaux, elles ne sont pas directement liées à la toxicité des sédiments et n'indiquent pas la présence d'effets biologiques. Certains participants remettent donc en cause le but de la surveillance des traceurs. Les participants proposent que l'on surveille ces traceurs

tracers of farms practices; 2) the metal tracers serve as potential proxies for sulphides; 3) the tracers can give an indication of the source of organic enrichment (particularly in areas, such as BC and Newfoundland, with varying and potentially high natural sulphide concentrations); and 4) CCME guidelines exist for Zn and Cu, but not sulphides.

métalliques pour les raisons suivantes : 1) le Zn et le Cu sont utilisés comme traceurs des effets associés aux pratiques piscicoles; 2) les traceurs métalliques servent d'indicateurs de la présence de sulfures; 3) les traceurs peuvent indiquer la source d'un enrichissement organique (en particulier dans des régions comme la C.-B. et Terre-Neuve où les concentrations naturelles de sulfures varient et sont potentiellement élevées); 4) le CCME a élaboré des lignes directrices pour le Zn et le Cu, mais pas pour les sulfures.

There was a short discussion on alternatives to these tracers to determine far-field effects. One participant suggested stable isotope analysis, although further research is required.

On discute brièvement d'autres méthodes qui peuvent être employées, au lieu de ces traceurs, pour la détermination des effets éloignés. Un participant propose l'analyse au moyen d'isotopes stables, bien qu'il faille pousser les recherche à cet égard.

Indicators of change

Indicateurs de changements

Total sulphides in sediments is a useful variable for indicating environmental changes associated with finfish aquaculture. There is a quantitative relationship between carbon loading and sulphide concentration, and a close relationship exists between benthic communities and sulphide concentrations. Further ground-truthing is required to determine if relationships between these variables are similar in different areas.

La quantité de sulfures totaux présents dans les sédiments est une variable utile pour indiquer les changements environnementaux associés à la pisciculture. Il existe un rapport quantitatif entre la teneur en carbone et la concentration en sulfure, de même qu'une relation étroite entre les communautés benthiques et les concentrations en sulfure. Il faudra effectuer davantage de vérifications au sol pour déterminer si les rapports entre ces variables sont semblables dans les différentes régions.

Some participants noted that, by the time a threshold for toxic effects of sulphides on benthic organisms has been reached, perturbations have already occurred. In addition, total sulphides cannot be measured in all bottom substrate types. Furthermore, there are naturally sulphide-rich environments in BC and

Certains participants soulignent des perturbations se produisent avant l'atteinte du seuil d'effets toxiques du sulfure sur les organismes benthiques. En outre, les sulfures totaux ne peuvent pas être mesurés dans tous les types de substrats de fond. Qui plus est, il y a des milieux naturellement riches en sulfure en C.-B. et à Terre-Neuve. Les participants proposent

Newfoundland. Therefore, participants suggested that a suite of complementary tools are required.

Beggiatoa mats (bacteria) and *Capitella capitata* (polychaete) represent general indicator species. They are not site-specific and are generally accepted in the United Kingdom and Norway as indicators of organic change. However, they are limited to fine sediments, and there are no universally-agreed thresholds for changes associated with the degree of organic enrichment. Additionally, participants suggested benthic macrofauna and sediment profile imaging may be more applicable to indicate environmental change.

The suitability of DEPOMOD for use in the management of finfish aquaculture in sites, with particular reference to Pacific Region

(J. Chamberlain, D. Stucchi, L. Lu and C. Levings)

Model predictions

The working paper found that model predictions of sedimentation rate (g C m^{-2} d^{-1}) did not correlate with measured values of sedimentation flux (possibly due to confounding data collected from sediment traps). Strong secondary correlations between predicted sedimentation rates were observed with measures of benthic status.

Participants remarked that they were impressed with how well DEPOMOD predicted sedimentation rates correlated with benthic measures along

donc le recours à une série d'outils complémentaires.

Beggiatoa (bactéries) et *Capitella capitata* (polychète) sont des espèces indicatrices générales. Celles-ci ne sont pas spécifiques à un site et sont généralement acceptées au Royaume-Uni et en Norvège comme indicateurs de changements organiques. Ces espèces se limitent cependant aux sédiments fins et aucun seuil universellement reconnu n'est établi pour les changements liés au degré d'enrichissement organique. En outre, selon les participants, la technique d'imagerie de la macrofaune benthique et des profils sédimentaires pourrait être un moyen plus approprié pour indiquer le changement environnemental.

Pertinence du modèle DEPOMOD pour la gestion de la pisciculture à des emplacements particuliers, surtout pour ce qui est de la région du Pacifique

(J. Chamberlain, D. Stucchi, L. Lu et C. Levings)

Prévisions du modèle

Dans le document de travail, on constate que les prévisions du modèle concernant le taux de sédimentation (g C m^{-2} d^{-1}) ne sont pas en corrélation avec les valeurs mesurées du flux de sédimentation (probablement en raison des données confusionnelles obtenues à partir des pièges à sédiments). On observe de fortes corrélations secondaires entre les taux de sédimentation prévus et les mesures benthiques.

Les participants soulignent qu'ils sont impressionnés de voir à quel point les taux de sédimentation prévus par le modèle DEPOMOD corrèlent avec les mesures

the organic enrichment gradient. However, they also highlighted that the working paper was validated at one site only and questioned what happens at sites with markedly different bathymetry and hydrography. There was agreement that more research is needed.

benthiques prises le long du gradient d'enrichissement organique. Cependant, ils soulignent également que le document de travail n'a été validé que sur un site, et ils s'interrogent sur ce qui se produit sur les sites où la bathymétrie et l'hydrographie sont nettement différentes. On s'entend pour dire qu'il faut effectuer davantage de recherches.

Resuspension module

There was debate over the application of the resuspension component of DEPOMOD when assessing benthic effects. The model run in the DEPOMOD working paper predicted mass export of material from the model domain, yet significant alterations to the sediment chemistry and benthic community were measured along organic enrichment gradients. Three scenarios were discussed to possibly explain this apparent discrepancy:

Module de remise en suspension

Les participants discutent de l'application du volet remise en suspension du modèle DEPOMOD lors de l'évaluation des effets benthiques. Si les résultats consignés dans le document de travail sur le modèle DEPOMOD prévoient une exportation massive de matières depuis le domaine du modèle, il reste que des changements significatifs dans la chimie des sédiments et la communauté benthique ont été mesurés le long des gradients d'enrichissement organique. Les participants discutent de trois scénarios pouvant expliquer cet écart apparent :

- The predicted resuspension of material is correct, and the observed effects are a result of the initial deposition and residence time of highly labile organic material onto the benthos.
- The threshold for resuspension is incorrect (i.e., an overestimation), and thus the model is significantly over-predicting the transport of deposited material.
- The carbon flux resulting in appreciable changes to the benthic status may be appreciably lower than being considered at present.

- la remise en suspension prévue des matières est correcte et les effets observés résultent du dépôt initial et du temps de séjour des matières organiques fortement labiles sur le benthos;
- le seuil établi pour la remise en suspension est incorrect (c.-à-d., une surestimation) et le modèle produit des valeurs de beaucoup supérieures aux observations en ce qui a trait au transport des matières déposées;
- le flux de carbone donnant lieu à des changements appréciables dans l'habitat benthique peut être sensiblement inférieur à celui qu'on estime actuellement.

Agreement was not reached on which

Les participants ne s'entendent pas sur le

process is occurring. However, there was general agreement that the resuspension module should NOT be applied when assessing benthic effects.

More information is required regarding the resuspension characteristics of a wide range of feed pellets and faecal matter. A participant suggested that the low resuspension value used in DEPOMOD was based on slow settling, small-sized tracer particles used in a DEPOMOD validation study. These physical and transport characteristics are not appropriate for certain feed pellets which have a larger size and higher sinking rates. Thus, more research is needed before the resuspension module is incorporated into DEPOMOD predictions.

processus en cause Cependant, ils sont tous d'accord pour dire que le module de remise en suspension NE devrait PAS être appliqué pour l'évaluation des effets benthiques.

Il faudra obtenir davantage de données sur les caractéristiques de remise en suspension d'un large éventail d'aliments granulés et de matières fécales. Un participant pense que la faible valeur de remise en suspension utilisée dans le modèle DEPOMOD repose sur l'utilisation de particules traçantes de petites tailles à sédimentation lente dans une étude de validation du DEPOMOD. Ces caractéristiques physiques et de transport ne conviennent pas à certains aliments granulés de plus grande taille à sédimentation plus rapide. Ainsi, il faudra effectuer davantage de recherches avant d'incorporer le module de remise en suspension aux prévisions du DEPOMOD.

Initial deposition effect

Once deposited, particles may be resuspended and transported away from the immediate cage footprint. It was noted that the effect of a particle (feed and/or faeces) when it first reaches the substrate is very different from material that settles out after resuspension. The initial deposition of particles onto the seafloor below the cage will have the greatest effect (because these particles are more labile). However, resuspension of particles from the seafloor will not necessarily change the redox in sediment. There is a time scale of recovery from depletion of oxygen. Regulators will be more interested in the results of DEPOMOD when the resuspension module is off because that indicates when the biological

Effets associés au dépôt initial

Une fois déposées, les particules peuvent être remises en suspension et transportées loin de l'emplacement immédiat des cages. On note que l'effet d'une particule (aliments ou fèces), quand elle atteint le substrat pour la première fois, est très différent de celui des matières qui se déposent après une remise en suspension. C'est le dépôt initial des particules sur le plancher océanique au-dessous de la cage qui a l'effet le plus important (ces particules étant plus labiles). Cependant, la remise en suspension des particules depuis le plancher océanique ne changera pas nécessairement les conditions redox des sédiments. Une certaine période doit s'écouler avant que les conditions d'appauvrissement en oxygène se rétablissent. Les responsables de la réglementation s'intéresseront davantage

effects occur.

aux résultats du DEPOMOD lorsque le module de remise en suspension sera inactivé parce qu'ils sauront quand les effets biologiques se produisent.

Wild fish interactions

The effect of wild fish populations consuming waste feed and faecal material was discussed. This has been observed at many sites in a number of countries, resulting in significant reductions in the quantity of material reaching and remaining on the seabed. Participants discussed how this could be implemented in the model and whether it should be considered. It was generally accepted that this is not something that can be taken into account.

Interactions avec les poissons sauvages

Les participants discutent de l'effet des populations de poissons sauvages consommant des déchets d'aliments et des matières fécales. Ceci a été observé sur un grand nombre de sites dans un certain nombre de pays. Ce phénomène entraîne d'importantes réductions de la quantité de matières atteignant le fond de la mer et y restant. Les participants discutent de la manière d'intégrer ce facteur dans le modèle et se demandent s'il faut le prendre en considération ou non. Ils s'entendent généralement pour dire qu'il ne s'agit pas d'un facteur qui peut être pris en considération.

Fish feed

It was stated that abrated feed may account for 3 to 5% waste of feed input. The importance of this phenomenon on both calculation of waste feed rates and the potential far-field effects of this material was recognized. There was no consensus on how this effect should be considered within the model and/or management plan.

Aliments pour poissons

On affirme que les brisures d'aliments peuvent représenter de 3 à 5 % des pertes alimentaires. On reconnaît l'importance de ce phénomène tant pour le calcul des taux de déchets produits que pour les effets que peuvent causer ces matières en zones éloignées. On ne s'entend toutefois pas sur la façon dont on doit intégrer ce phénomène au modèle et au plan de gestion.

Data used in the model to represent the fish were limited. A simplistic approach to transfer feed input to waste output is used, whereas consideration of the fish size, growth, feeding efficiency, mortality and health should be made.

Des données utilisées dans le modèle pour représenter les poissons sont limitées. On se sert d'une approche superficielle pour établir le taux de conversion alimentaire (aliments distribués versus déchets produits), alors qu'il faudrait prendre en considération la taille, la croissance, l'efficacité de l'alimentation, la mortalité et la santé des poissons.

Management implications

In Scotland, DEPOMOD is used to determine the size of a farm (i.e., biomass). It is also used to predict emamectin benzoate (EB) concentrations in sediment, because the toxicity level of EB is below analytical detection limits.

In DFO's Pacific Region, Habitat Management uses DEPOMOD to predict the farm footprint to ensure it does not overlay critical habitat (as defined under the *Fisheries Act*) and to determine the area of impact.

A preliminary perspective on dissolved oxygen standards and models in the marine coastal zone with particular consideration of finfish aquaculture in the southwest New Brunswick portion of the Bay of Fundy
(F. Page)

Natural variation in DO

Participants discussed natural variability in DO concentrations. In BC, low oxygen levels in upwelling deep waters can cause fish kills. Seasonal variability in BC can be much larger than in southwest New Brunswick (SWNB). In all regions, horizontal variations in DO concentrations result from changes in topography, oceanography and other sources. Participants agreed that DO regulations must consider local conditions. Substantial effort and resources will be required to set background levels.

Répercussions sur la gestion

En Écosse, on utilise le modèle DEPOMOD pour déterminer la taille d'une installation piscicole (c.-à-d., la biomasse). Ce modèle est également utilisé pour prévoir les concentrations de benzoate d'émamectine (BE) présentes dans les sédiments, car le niveau de toxicité du BE se situe en deçà des seuils de détection analytiques.

Dans la région du Pacifique du MPO, Gestion de l'habitat utilise le modèle DEPOMOD pour déterminer la surface couverte par les installations piscicoles afin de s'assurer que celles-ci n'empiètent pas sur un habitat essentiel (comme il est prescrit par *la Loi sur les pêches*) et pour déterminer la zone affectée.

Perspective préliminaire sur les normes et les modèles applicables à l'oxygène dissous dans la zone marine côtière, en prêtant une attention particulière à la pisciculture dans les eaux de la baie de Fundy situées au sud-ouest du Nouveau-Brunswick
(F. Page)

Variation naturelle de l'OD

Les participants discutent de la variabilité naturelle des concentrations d'OD. En C.-B., les faibles niveaux d'oxygène dans les eaux profondes de remontée peuvent causer la mort des poissons. La variabilité saisonnière en C.-B. peut être beaucoup plus prononcée qu'elle ne l'est au sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB). Dans toutes les régions, les variations horizontales des concentrations d'OD résultent de changements liés à la topographie, à l'océanographie et à d'autres sources. Les participants conviennent que la réglementation

Therefore, cost-effective measures must be considered, and representative locations (or locations of known low DO concentrations) must be carefully selected.

concernant l'OD doit tenir compte des conditions locales. De gros efforts et des ressources substantielles seront nécessaires pour établir des niveaux de base. Il faudra opter pour des mesures rentables et choisir avec soin des endroits représentatifs (c.-à-d., là où l'on sait que les concentrations d'OD sont faibles).

Data availability

In Newfoundland, New Brunswick and BC, farmers monitor DO levels for operational purposes. Farm monitoring data, which in some locations have been collected over many years, could be used to determine range and time scales of DO variations. However, the data are limited in terms of depth range (0-20 m) and data quality. In addition, large areas on BC's central and northern coasts are largely not sampled. As a result, there is little or no background information in these regions.

Disponibilité des données

À Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick et en C.-B., les pisciculteurs surveillent les niveaux d'OD à des fins opérationnelles. Les données de surveillance des installations, qui ont été recueillies sur de nombreuses années à certains endroits, peuvent être utilisées pour déterminer les échelles de distance et de temps des variations d'OD. Cependant, les données liées à la profondeur (de 0 à 20 m) et à la qualité sont limitées. En outre, de grands pans des côtes centrales et nordiques de la C.-B. ne sont pratiquement pas échantillonnés. En conséquence, il y a peu ou pas de renseignements de base qui sont disponibles sur ces régions.

Biological changes associated with DO

Aquaculture facilities require oxygen to function, and so it is not desirable to situate farms in areas with poor flushing. West coast farms are subjected to low natural DO, and operators can ameliorate those situations: for example, by limiting feeding during periods of low DO.

Changements biologiques associés à l'OD

Puisque l'oxygène est nécessaire à la production piscicole, il n'est pas souhaitable que les installations se situent dans des zones où l'eau se renouvelle peu. Les installations situées sur la côte ouest sont soumises à de faibles concentrations d'OD naturel, mais les exploitants peuvent accroître ces concentrations en limitant notamment la distribution des aliments durant les périodes où les concentrations d'OD sont faibles.

Participants discussed bottom-dwelling organisms that are sensitive to DO. Lobsters live near the bottom where oxygen levels can be reduced and are

Les participants discutent des organismes vivant au fond de la mer qui sont sensibles à l'OD. Les homards vivent près du fond, où les niveaux d'oxygène peuvent être

sensitive to oxygen levels. While the literature suggests a connection between biological changes in aquatic organisms and DO levels, quantifying those changes is challenging. Furthermore, many infaunal species are tolerant to low DO levels naturally.

faibles, et ils sont sensibles à la concentration en oxygène. Même si la documentation laisse entendre qu'il y a une relation entre les changements biologiques des organismes aquatiques et les niveaux d'OD, il est difficile de quantifier ces changements. Qui plus est, un grand nombre d'espèces benthiques tolèrent de faibles niveaux d'OD naturellement présents.

Guidelines and standards

Lignes directrices et normes

The working paper recommends interim DO guidelines that are not enforceable now. Monitoring will reveal whether the guideline should become a regulatory standard. The standards would likely apply to the far-field. However, a few participants suggested that oxygen depletion in the far-field cannot be traced to aquaculture. Different standards would also be required for the mixing zone. The literature suggests 100m is a standard mixing zone. However, if the zone is used for aquaculture, it may need to be larger (~1km). One participant suggested that DO standards would be most useful in the siting phase before a facility is put in place.

Dans le document de travail, on recommande l'utilisation de lignes directrices provisoires qui ne sont pas exécutoires à l'heure actuelle. La surveillance indiquera si ces lignes directrices doivent ou non être inscrites dans la réglementation. Les normes s'appliqueraient probablement aux effets éloignés. Cependant, certains participants pensent qu'on ne peut établir de concordance entre l'épuisement de l'oxygène en zones éloignées et l'aquaculture. Des normes différentes seraient également nécessaires pour la zone de mélange. La documentation donne à penser que 100 m serait la zone de mélange standard. Toutefois, si la zone est utilisée pour l'aquaculture, elle pourrait devoir être plus étendue (~ 1 km). Un participant affirme que les normes concernant l'OD seraient plus utiles au cours de la phase du choix de l'emplacement, c'est-à-dire avant la mise en place d'une installation.

Participants reiterated the need for several different standards (in addition to DO). The standards should all enforce the same level of biological conditions. Participants discussed whether the DO limits recommended in the working paper would only be relevant once the benthic limits had

Les participants réitèrent le besoin de l'établissement de plusieurs normes différentes (en plus de celles concernant l'OD). Les normes devraient toutes assurer le respect du même niveau de conditions biologiques. Les participants se demandent si les seuils d'OD recommandés dans le document de travail ne sont pertinents

already been exceeded.

One participant suggested that the wide natural variability in DO concentrations in BC made the CCME guidelines unenforceable. However, CCME guidelines are not to be enforced: they are guidelines to help regulators, and they explain the consequences of exceeding or not meeting a certain level.

Participants discussed the concept of developing standards in the receiving environment. In such a situation, every industry (not just aquaculture) would be responsible for the DO concentrations in a given bay or ecosystem. To pursue such an approach, objectives for the receiving environment are needed (mass balance modelling attributing inputs from each potential source). However, there is presently no Canadian forum for allocating perturbations among various users. But there are precedents in other parts of the world. For example, the United States Environmental Protection Agency has a requirement to define tolerable maximum daily loads in bays, and it is the responsibility of users to allocate the loads amongst themselves.

Eutrophication impacts of marine finfish aquaculture
(P. Strain)

Definition of eutrophication

The scientific community is divided over whether eutrophication is a process (change in rates of nutrient or

qu'après le dépassement des seuils benthiques.

Un participant affirme que la grande variabilité naturelle des concentrations d'OD en C.-B. fait que les lignes directrices du CCME ne sont pas applicables. De toute façon, les lignes directrices du CCME ne sont pas exécutoires; elles sont mises en place pour aider les responsables de la réglementation et expliquent les conséquences d'excéder ou de ne pas atteindre un certain niveau.

Les participants discutent du concept de l'établissement de normes propres au milieu récepteur. Chaque industrie (pas seulement celle de l'aquaculture) devrait être responsable des concentrations d'OD propres à une baie ou à un écosystème. Il faudra établir des objectifs pour le milieu récepteur (modèle de bilan massique permettant d'attribuer la contribution de chaque source possible). Cependant, il n'existe actuellement pas de tribune canadienne responsable de l'affectation des perturbations entre les divers utilisateurs. Par contre, des précédents ont été établis dans d'autres régions du monde. Ainsi, la United States Environmental Protection Agency a prescrit une exigence sur la détermination des charges maximales quotidiennes acceptables dans les baies, et il incombe aux utilisateurs de répartir ces charges entre eux.

Eutrophisation due à la pisciculture marine
(P. Strain)

Définition de l'eutrophisation

La communauté scientifique est partagée sur la question de savoir si l'eutrophisation est un processus (changement des taux

organic matter cycling) or a state (level of nutrients or organic matter in an ecosystem). As a result, the term can be misinterpreted or even abused. Eutrophication is not a universal problem in aquaculture, although it cannot be dismissed as never being a concern.

d'éléments nutritifs ou fluctuation des matières organiques) ou un état (concentration d'éléments nutritifs ou de matières organiques dans un écosystème). Aussi le terme est-il parfois mal interprété, voire utilisé d'une manière trompeuse. L'eutrophisation n'est pas un problème universel en aquaculture, mais on ne peut pas dire qu'elle n'ait jamais soulevé d'inquiétudes.

Approved Production Limits

The mass balance calculations in the working paper use Approved Production Limits (APLs) as a surrogate for fish biomass in SWNB. APLs are issued by the Province of New Brunswick, and the actual numbers of fish on-site may be less than the APL. Some participants suggested the use of APLs is problematic. For example, some farms will fallow, and farms can operate below the approved limit. Therefore, the APLs may not accurately represent fish biomass.

Limites de production approuvées

Les calculs du bilan massique présentés dans le document de travail reposent sur des limites de production approuvées (LPA) employées en tant que substitut à la biomasse des poissons au SONB. Les nombres de poissons effectivement présents sur les sites peuvent être inférieurs aux LPA publiées par le Nouveau-Brunswick. Certains participants pensent donc que l'utilisation des LPA est délicate. Ainsi, certaines installations piscicoles peuvent cesser leur production pendant une certaine période à un endroit donné, tandis que d'autres peuvent fonctionner en deçà de la limite approuvée. En conséquence, les LPA peuvent ne pas représenter avec exactitude la biomasse des poissons.

Deposition

A participant inquired whether there was a thick layer of debris on the seafloor under the finfish cages in SWNB. The researchers responded that debris piles were often visible but never large, even in highly depositional environments. In the most depositional areas, the researchers never measured more than 18cm of fresh organic debris (over the basement layer of sediment). This suggests that debris is dispersed by strong tides and storms.

Sédimentation

Un participant se demande s'il y a une couche épaisse de débris sur le plancher océanique sous les cages de poissons dans le SONB. Les chercheurs répondent que les amas de débris sont souvent visibles, mais qu'ils ne sont jamais bien épais, même dans les milieux de forte sédimentation. Dans les zones affichant les taux de sédimentation les plus élevés, les chercheurs n'ont jamais mesuré une hauteur de débris organiques frais supérieure à 18 cm (au-dessus de la

couche de sédiments de fond), ce qui laisse supposer que les débris sont dispersés lors de fortes marées et de violentes tempêtes.

The missing depositional products in the mass balance approach are similar to the resuspension observed in the DEPOMOD results. The two models suggest that the waste from fish farms is moving elsewhere on some time scale. Participants were encouraged that two models (developed separately) were indicating similar trends.

Les produits sédimentaires absents selon le modèle de bilan massique sont semblables aux valeurs de remise en suspension observées dans les résultats du modèle DEPOMOD. Les deux modèles révèlent que les déchets des installations piscicoles se déplacent ailleurs sur une certaine période. Les participants sont encouragés par le fait que les deux modèles (élaborés séparément) présentent des tendances semblables.

Biological effects

Effets biologiques

Participants asked whether changes in community structure and species abundance have been observed in SWNB. Observations suggest that autotrophic biomass is replacing the heterotrophic community. Changes in intertidal communities and algae (i.e., appearance of Ulva beds) have also been observed.

Les participants demandent si on a observé des changements dans la structure des communautés et dans l'abondance des espèces dans le SONB. Les observations révèlent que la biomasse autotrophe remplace la communauté hétérotrophe. On a également observé des changements dans les communautés intertidales et les algues (c.-à-d., l'aspect des lits d'ulve).

Participants discussed the continuum of uncertainty. In the far-field, the sources of effects become more uncertain and establishing cause-effect relationships becomes more difficult. It is relatively easy to quantify the pressure (i.e., human activity) and to reasonably estimate discharges using mass balance models. However, examining biological effects is more difficult and becomes increasingly so with distance.

Les participants discutent de l'omniprésente incertitude. En zones éloignées, les sources des effets sont davantage incertaines et l'établissement de relations de cause à effet est aussi plus difficile. Il est toutefois relativement facile de quantifier la pression (c.-à-d., l'activité humaine) et d'estimer raisonnablement les rejets à l'aide des modèles de bilan massique. Il est cependant plus difficile d'examiner les effets biologiques, et la difficulté augmente avec la distance.

Implications for other regions

While the working paper focused on SWNB, there was discussion about whether the results and observations would be observed in other regions, particularly BC. Given the differences in farming intensity and nutrient levels, it may be unlikely that eutrophication will be an important issue in BC. Some participants speculated that there would likely be few other places in the world that are similar to SWNB. However, other participants suggested eutrophication could be a problem elsewhere, particularly in areas with larger and more farms. As a result, it is important to assess the potential effects.

Répercussions pour les autres régions

Même si le document de travail se concentre sur le SONB, les participants se demandent si les observations et les résultats sont les mêmes dans d'autres régions, particulièrement en C.-B. Compte tenu des différences qui existent dans l'intensité de la production piscicole et dans la concentration des éléments nutritifs, il est peu probable que l'eutrophisation constitue un enjeu important en C.-B. Certains participants supposent qu'il y a probablement peu d'endroits au monde comme le SONB. D'autres participants pensent cependant que l'eutrophisation pourrait être un problème ailleurs, en particulier dans les régions où les installations piscicoles sont plus nombreuses et plus imposantes. L'évaluation des effets possibles est donc importante.

Assessing marine habitat sensitivity: a case study comparing eelgrass and kelps
(H. Vandermeulen)

Évaluation de la sensibilité de l'habitat marin : étude de cas comparative entre la zostère marine et le varech
(H. Vandermeulen)

Additional factors affecting kelp and eelgrass

Participants suggested other factors may affect these habitat types. For example, there is literature on the effects of metals associated with pulp and paper mills. A researcher could examine metals that are associated with both mills and aquaculture to shed further light on the sensitivity of kelp and eelgrass to marine finfish aquaculture. Similarly, kelp and eelgrass may be affected by mechanical disruption associated with shellfish aquaculture.

Facteurs supplémentaires influant sur le varech et la zostère marine

Les participants affirment que d'autres facteurs peuvent influer sur ces types d'habitat. Par exemple, il existe une documentation sur les effets des métaux associés aux usines de pâte et papier. Un chercheur pourrait examiner les métaux associés tant aux usines qu'à l'aquaculture, ce qui permettrait de jeter davantage de lumière sur la sensibilité du varech et de la zostère marine à la pisciculture marine. Le varech et la zostère marine peuvent également être affectés par les perturbations mécaniques associées à l'aquaculture des mollusques et des

crustacés.

In addition, participants discussed whether the health of kelp and eelgrass would affect their suitability as habitat. The general feeling was that herring that use macrophytes as substrate for spawning are fairly indiscriminate. However, research shows that fish do better if the carbon source is eelgrass than if it is seaweed.

En outre, les participants se demandent si la santé du varech et de la zostère marine affecte leur convenance en tant qu'habitat. On pense en général que le hareng qui utilise des macrophytes comme substrat pour le frai n'est pas trop sélectif. Cependant, les recherches prouvent que la reproduction du poisson est meilleure lorsque la source de carbone est la zostère marine au lieu des algues.

Finally, it was recognized that kelp and eelgrass are important habitat irrespective of aquaculture. Further work is required to delineate where they occur and to understand their sensitivity to other human activities.

Enfin on reconnaît que le varech et la zostère marine sont des habitats importants indépendamment de l'aquaculture. Il faudra pousser les recherches pour déterminer où ils sont présents et comprendre leur sensibilité aux autres activités humaines.

Defining habitat sensitivity

Participants struggled with the term "habitat sensitivity." The ICES definition proved useful (ICES 2002):

> Habitat sensitivity can be defined in relation to the degree and duration of damage caused by a specified external factor. Sensitivity may refer to structural fragility of the entire habitat in relation to a physical impact, or to intolerance of individual species comprising the habitat to environmental factors, such as exposure, salinity fluctuations or temperature variation.

Définition de la sensibilité de l'habitat

Les participants ne s'entendent pas sur le sens de l'expression « sensibilité de l'habitat ». La définition du CIEM se révèle donc utile (CIEM 2002) :

> La sensibilité de l'habitat peut être définie en fonction du degré et de la durée des dommages causés par un facteur externe précis. La sensibilité peut aussi se définir par la fragilité structurale de l'habitat dans son ensemble à un effet physique ou par l'intolérance des différentes espèces présentes dans l'habitat aux facteurs environnementaux (exposition, fluctuations de la salinité, variation de la température, etc.). [traduction]

In addition, a CSAS Status Report (DFO 2004) identifying criteria for developing Ecological and Biologically Significant Areas (EBSA) provided further guidance.

En outre, un rapport sur l'état des écosystèmes du SCCS (MPO 2004) indiquant les critères à utiliser pour établir des zones d'importance écologique et biologique fournit d'autres lignes

directrices.

Kelp and eelgrass are not simply sensitive, they are also significant. While kelp may be widely distributed in marine ecosystems (suggesting managers can be less risk averse), herring do not spawn everywhere. Such herring spawning areas would score high in the EBSA framework.

Le varech et la zostère marine ne sont pas seulement sensibles; ils sont également significatifs. Même si le varech peut être largement réparti dans les écosystèmes marins (ce qui suppose que les gestionnaires peuvent être moins prudents), les harengs ne fraient pas n'importe où. Il faut accorder une priorité élevée à ces aires de frai dans le contexte des ZEBI.

SCIENCE – HABITAT MANAGEMENT LINK

Habitat Management Context

Habitat Management presented their need for a coherent approach to assessing the effects of finfish cage aquaculture in the marine environment. Their goal is to manage the effects of aquaculture as coherently as possible within the existing regulatory framework. Regional differences in approaches are acceptable, provided they are based on fish habitat sensitivity, severity of effects and technical/environmental limitations, and they produce the same overall outcomes.

Science in Support of Habitat Management

Participants agreed that this peer review meeting does not represent an end, but rather is a continuation of dialogue between Habitat Management and Science. The meeting represented an opportunity to assess existing information and provide appropriate advice. Habitat Management will continue to have questions about aquaculture-environment interactions, and science will continue to evolve and provide new information. Continuing dialogue is essential.

There was discussion about the level of acceptable environmental change associated with marine finfish cage

LIEN ENTRE LES SECTEURS DES SCIENCES ET DE LA GESTION DE L'HABITAT

Contexte du secteur de la Gestion de l'habitat

Le secteur de la Gestion de l'habitat dit avoir besoin d'une approche logique pour évaluer les effets de la pisciculture marine en cage. Son but est de contrôler les effets de l'aquaculture de la façon la plus cohérente possible dans le cadre réglementaire actuel. Il peut y avoir des disparités régionales au chapitre des approches utilisées, pourvu que lesdites approches reposent, d'une part, sur la sensibilité des habitats du poisson, sur la gravité des effets et sur les limites techniques et environnementales et qu'elles présentent, d'autre part, les mêmes résultats globaux.

Appui du secteur des Sciences au secteur de la Gestion de l'habitat

Les participants se sont mis d'accord pour dire que le présent examen par des pairs n'est pas une finalité en soi, mais qu'il fait partie du dialogue permanent entre le secteur de la Gestion de l'habitat et le secteur des Sciences. Cet examen a permis à des pairs d'évaluer les données disponibles et de formuler un avis approprié. Le secteur de la Gestion de l'habitat continuera de s'interroger sur les interactions entre l'aquaculture et l'environnement, tandis que le secteur des Sciences continuera d'évoluer et de recueillir de nouvelles données. Un dialogue permanent est essentiel.

Les participants ont discuté du niveau de changement environnemental acceptable associé à la pisciculture marine en cage,

aquaculture. Participants agreed that this is not entirely a science question. Science can quantify some risks of environmental change, but managers must make choices about the acceptability of levels of risk.

et ils ont convenu qu'il ne s'agit pas entièrement d'une question scientifique. Le secteur des Sciences peut quantifier certains risques de changement environnemental, mais il revient aux gestionnaires de décider de l'acceptabilité des niveaux du risque.

Participants agreed that it is inappropriate to recommend national thresholds or standards. Actual indicators and threshold levels must be appropriate to the geographic area. However, the rationale for developing those thresholds or standards, as well as the level of ecosystem protection, must be nationally consistent.

Les participants ont convenu également qu'il n'est pas approprié de recommander l'établissement de seuils nationaux ou de normes nationales. Les indicateurs et seuils établis doivent être pertinents à une région géographique. Cependant, la justification sur lequel on s'appuie pour établir ces seuils ou ces normes, de même que les niveaux de protection de l'écosystème, doit être uniforme à l'échelle nationale.

Near- and Far-Field Effects

Effets rapprochés et éloignés

Participants discussed near-field effects versus far-field effects of finfish cage aquaculture. Currently, Habitat Management does not have the tools to carry out bay-wide (far-field) assessments. Considering existing scientific knowledge, case-by-case siting decisions are currently more reliably based on near-field effects. Scientific knowledge of far-field effects is more limited, and new sources of impacts (other than aquaculture) must be considered.

Les participants ont discuté des effets rapprochés versus des effets éloignés de la pisciculture en cage. Le secteur de la Gestion de l'habitat ne dispose actuellement pas des outils nécessaires pour effectuer des évaluations à l'échelle des baies (effets éloignés). Compte tenu des connaissances scientifiques actuelles, c'est en se basant sur les effets rapprochés qu'on peut prendre actuellement des décisions au cas par cas plus éclairées sur le choix des emplacements. Les connaissances scientifiques sur les effets éloignés sont plus limitées, et il importe de tenir compte de nouvelles sources d'effets (autres que l'aquaculture).

Based on the working papers and discussions, the potential for far-field effects was demonstrated. DEPOMOD and mass balance models suggest that most particulate matter leaves the immediate vicinity of a farm. However,

D'après les documents de travail et les discussions, le risque d'effets éloignés est probant. Selon le modèle DEPOMOD et les modèles de bilan massique, la majorité des particules quittent les environs immédiats des installations

measuring the effects remains a challenge. Concerns were raised that more effort is placed on determining near-field effects, while far-field effects (including cumulative effects) may be a more important issue. However, it was suggested that farm footprints may be large because of dispersal; but, the effects over the broad scale may be minimal.

piscicoles. Cependant, la mesure des effets demeure difficile. On s'inquiète du fait qu'on consacre plus d'efforts à la détermination des effets rapprochés, même si les effets éloignés (y compris les effets cumulatifs) constituent sans doute un enjeu plus important. Selon un participant, la surface affectée par les installations piscicoles peut être importante en raison de la dispersion, mais les effets sur une grande échelle peuvent être minimes.

New tools are needed to assess the far-field effects of finfish cage aquaculture. While similar tools could be used in the far-field at the grab and core level, the level of resolution (detection level) will need to increase in terms of the analyses of environmental parameters. Traditional oceanographic sampling techniques may be used under a variety of conditions and applications in the far-field.

De nouveaux outils sont nécessaires pour évaluer les effets éloignés de la pisciculture en cage. On peut utiliser des outils semblables en zones éloignées pour le prélèvement de carottes et d'échantillons instantanés, mais il faudra accroître leur niveau de résolution (seuil de détection) aux fins de l'analyse des paramètres environnementaux. Des techniques d'échantillonnage océanographiques classiques peuvent s'appliquer à un éventail de conditions et d'applications en zones éloignées.

FUTURE RESEARCH NEEDS

The following research areas were identified during the meeting discussion and in some of the working papers:

- Undertake mapping of sediment acoustic properties where marine finfish aquaculture is currently practiced or is likely to develop to provide synoptic assessments of the proportion of hard and soft bottom substrates;
- Develop tools for measuring benthic effects of aquaculture on hard bottoms;
- Investigate artificial substrates to measure benthic effects;
- Continue to develop and apply photographic, video and sediment profile imaging techniques (for hard bottoms, mixed bottoms, far-field effects) with ground-truthing in areas where new finfish aquaculture development is likely to occur;
- Devise new methods to monitor crevice macrofauna;
- Validate resuspension thresholds of aquaculture waste material;
- Test and validate taxonomic distinctness methods;
- Understand the biogeochemical processing of waste for incorporation in modelling to predict chemical and

BESOINS AU CHAPITRE DES RECHERCHES

Voici les objectifs de recherche qui ont été cernés au cours de l'examen et dans certains documents de travail :

- cartographier les propriétés acoustiques des sédiments aux endroits où la pisciculture marine est présentement pratiquée ou est susceptible de l'être, afin d'obtenir des évaluations synoptiques de la proportion de substrats durs et mous;
- mettre au point des outils pour mesurer les effets benthiques de l'aquaculture sur des fonds durs;
- étudier des substrats artificiels en vue de mesurer les effets benthiques;
- continuer de mettre au point et d'appliquer des techniques de photographie, de vidéographie et d'imagerie des profils sédimentaires (pour les fonds durs, les fonds mélangés, les effets éloignés) et d'effectuer des vérifications au sol dans des endroits où la pratique de la pisciculture est possible;
- trouver de nouvelles méthodes pour surveiller la macrofaune de crevasses;
- valider les seuils de remise en suspension des déchets d'aquaculture;
- examiner et valider les méthodes de distinction taxinomiques;
- comprendre la transformation biogéochimique des déchets pour qu'on puisse intégrer ce phénomène

biological effects;

- Continue to examine the usefulness of tracers, such as Zn and Cu in sediments, to determine transport of farm-derived particulate matter into far-field locations including intertidal areas;

- Validate methods for measuring deposition rates (canisters);

- Investigate resuspension characteristics of waste feed and faecal particles;

- Develop new methods to quantify processes of resuspension that redistribute fine material produced locally by finfish aquaculture sites over larger areas;

- Further test DEPOMOD at a number of farm sites under varying bathymetric and hydrographic conditions;

- Evaluate feed wastage rates for finfish aquaculture (form of waste);

- Analyze carbon concentrations of feed and faecal material and include these data in the DEPOMOD model parameterization;

- Survey and monitor concentrations of DO in Canada's coastal marine areas, particularly those with aquaculture operations;

- Develop, calibrate, validate and

au modèle et ainsi prévoir des effets chimiques et biologiques;

- continuer d'examiner l'utilité des traceurs, tels que le Zn et le Cu dans les sédiments, pour déterminer le transport de particules depuis des installations piscicoles vers des zones éloignées, y compris les zones intertidales;

- valider des méthodes pour mesurer les taux de dépôt (contenants);

- étudier les caractéristiques de remise en suspension des déchets d'aliments et des particules fécales;

- élaborer de nouvelles méthodes pour quantifier les processus de remise en suspension par lesquels les matières fines produites localement par des installations piscicoles sont redistribuées sur de plus grandes aires;

- poursuivre la mise à l'essai du modèle DEPOMOD sur un grand nombre de sites de pisciculture sous diverses conditions bathymétriques et hydrographiques;

- évaluer les taux de perte d'aliments en pisciculture (forme de déchets);

- analyser la teneur en carbone des aliments et des matières fécales et inclure les données obtenues dans la paramétrisation du modèle DEPOMOD;

- étudier et surveiller les concentrations d'OD présentes dans les zones marines côtières du Canada, en particulier celles où se trouvent des installations piscicoles;

- élaborer, étalonner, valider et mettre

implement water quality models concerning DO;

- Develop far-field monitoring tools to investigate eutrophication;
- Further investigate and quantify the effects of aquaculture on eelgrass;
- Investigate where aquaculture is expanding (e.g., SWNB) to determine the major environmental risks to other users of the marine environment and how they can be monitored and mitigated;
- Organize an international workshop to discuss protocols, experimental designs and acceptable ways for making measurements of environmental change.

en œuvre des modèles de qualité de l'eau concernant l'OD;

- élaborer des outils de surveillance en zones éloignées pour qu'on puisse étudier l'eutrophisation;
- poursuivre les études et quantifier les effets de l'aquaculture sur la zostère marine;
- étudier les endroits où se produit une expansion de l'aquaculture (p. ex., au SONB) pour déterminer les principaux risques environnementaux auxquels s'exposent d'autres utilisateurs du milieu marin et pour déterminer comment on peut les surveiller et les atténuer;
- organiser un atelier international pour discuter de protocoles, de concepts expérimentaux et de manières acceptables de mesurer les changements environnementaux.

LITERATURE CITED

DFO. 2005. Assessment of Finfish Cage Aquaculture in the Marine Environment. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2005/034. 18 pp. www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/status/2005/SAR-AS2005_034_E.pdf

DFO. 2004. Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Ecosystem Status Rep. 2004/006. 18 pp. www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/status/2004/ESR2004_006_e.pdf

ICES. 2002. Report of the ICES Advisory Committee on Ecosystems, 2002. ICES Cooperative Research Report, 254. 129 pp.

DOCUMENTS CITÉS

CIEM. 2002. Rapport du comité consultatif du CIEM sur les écosystèmes, 2002. Rapport de recherche concertée du CIEM, 254. 129 pp.

MPO, 2005. Évaluation de la pisciculture en cages dans le milieu marin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/034. 19 pp. www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/etat/2005/SAR-AS2005_034_F.pdf

MPO, 2004. Identification des zones d'importance écologique et biologique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des écosystèmes 2004/006. 18 pp. www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/etat/2004/ESR2004_006_f.pdf

ANNEX 1 : Working Papers

- Benthic monitoring methods for habitat management of finfish mariculture in Canada
  (D.W. Wildish, G.W. Pohle, B.T. Hargrave, T.F. Sutherland and M.R. Anderson).

- The suitability of DEPOMOD for use in the management of finfish aquaculture sites, with particular reference to Pacific Region
  (J. Chamberlain, D. Stucchi, L. Lu and C. Levings).

- A preliminary perspective on dissolved oxygen standards and models in the marine coastal zone with particular consideration of finfish aquaculture in the southwest New Brunswick portion of the Bay of Fundy
  (F. Page).

- Eutrophication impacts of marine finfish aquaculture
  (P. Strain).

- Assessing marine habitat sensitivity: a case study comparing eelgrass and kelps
  (H. Vandermeulen).

[Note: These working papers are published as CSAS Research Documents]

ANNEXE 1 : Documents de travail

- Méthodes de surveillance benthique employées par Gestion de l'habitat relativement à la pisciculture marine au Canada
  (D.W. Wildish, G.W. Pohle, B.T. Hargrave, T.F. Sutherland et M.R. Anderson).

- Pertinence du modèle DEPOMOD pour la gestion de la pisciculture à des emplacements particuliers, surtout pour ce qui est de la région du Pacifique
  (J. Chamberlain, D. Stucchi, L. Lu et C. Levings).

- Perspective préliminaire sur les normes et les modèles applicables à l'oxygène dissous dans la zone marine côtière, en prêtant une attention particulière à la pisciculture dans les eaux de la baie de Fundy situées au sud-ouest du Nouveau-Brunswick
  (F. Page).

- Eutrophisation due à la pisciculture marine
  (P. Strain).

- Évaluation de la sensibilité de l'habitat marin : étude de cas comparative entre la zostère marine et le varech
  (H. Vandermeulen).

[Note : Ces documents de travail sont publiés en tant que documents de recherches du SCCS]

ANNEX 2: List of Participants ANNEXE 2 : Liste des participants

Name / Nom	Affiliation
Robin Anderson	DFO Science, Newfoundland / Secteur des Sciences du MPO, Terre-Neuve
Clare Backman	Stolt Sea Farm
Toby Balch	Nova Scotia Department of Agriculture and Fisheries / Ministère de l'Agriculture et des Pêches de la Nouvelle-Écosse
Kenny Black	Scottish Association for Marine Science
Edward Black	DFO Science, NCR / Secteur des Sciences du MPO, RCN
Chris Bridger	Oregon State University - Aquaculture Collaborative Research Support Program
Kenn Brooks	Aquatic Environmental Sciences / Sciences environnementales aquatiques
Barron Carswell	BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries / Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la Colombie-Britannique
Jon Chamberlain	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Sean Cheesman	BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries / Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la Colombie-Britannique
Simon Courtenay	DFO Science, Gulf / Secteur des Sciences du MPO, Golfe
Joe Crocker	DFO Habitat Management, Maritimes / Gestion de l'habitat du MPO, Maritimes
Jay Cullen	University of Victoria / Université de Victoria
Terry Fleet	DFO Habitat Management, Newfoundland / Gestion de l'habitat du MPO, Terre-Neuve
Odd Grydeland	BC Salmon Farmers Association
Barry Hargrave	DFO Science, Maritimes / Secteur des Sciences du MPO, Maritimes
Dave Higgs	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Paul Keizer	DFO Science, Maritimes / Secteur des Sciences du MPO, Maritimes
Wayne Knapp	DFO Habitat Management, Pacific / Gestion de l'habitat du MPO, Pacifique
Ray Lauzier	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Colin Levings	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Lin Lu	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Steve Macdonald	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Eric McGreer	BC Ministry of Water, Land and Air Protection / Ministère de la Protection de l'eau, des terres et de l 'air de la C.-B.
Chris McKindsey	DFO Science, Quebec / Secteur des Sciences du MPO, Québec
Patty Menning	DFO Habitat Management, Pacific / Gestion de l'habitat du MPO, Pacifique
Inka Milewski	Conservation Council of New Brunswick / Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick
Gilles Olivier	DFO Science, Gulf / Secteur des Sciences du MPO, Golfe
Fred Page	DFO Science, Maritimes / Secteur des Sciences du MPO, Maritimes
Sylvain Paradis	DFO Science, NCR / Secteur des Sciences du MPO, RCN

Liisa Peramaki	DFO Science, NCR / Secteur des Sciences du MPO, RCN
John Pringle	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Jake Rice	DFO Science, NCR / Secteur des Sciences du MPO, RCN
Jamey Smith	New Brunswick Salmon Growers' Association / Association des producteurs de saumons du Nouveau-Brunswick
Peter Strain	DFO Science, Maritimes / Secteur des Sciences du MPO, Maritimes
Dario Stucchi	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Terri Sutherland	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Andy Thomson	DFO Science, Pacific / Secteur des Sciences du MPO, Pacifique
Herb Vandermeulen	DFO Science, Maritimes / Secteur des Sciences du MPO, Maritimes
Martin Weinstein	'Namgis First Nation / Première nation de Namgis
Andréa Weise	DFO Science, Quebec / Secteur des Sciences du MPO, Québec
Dave Wildish	DFO Science, Maritimes / Secteur des Sciences du MPO, Maritimes
Chad Ziai	DFO Habitat Management, NCR / Gestion de l'habitat du MPO, RCN

ANNEX 3: Agenda

National Science Advice for Finfish Cage Aquaculture in the Marine Environment

Institute of Ocean Sciences (Auditorium), Sidney, British Columbia
22-25 February 2005

TUESDAY, FEBRUARY 22

Introduction
- Overview of process (Jake Rice)
- Discussion

Benthic monitoring methods for habitat management of finfish mariculture in Canada
- Presentation of working paper (Dave Wildish)
- Peer review

The suitability of DEPOMOD for use in the management of finfish aquaculture in sites, with particular reference to Pacific Region
- Presentation of working paper (Jon Chamberlain)
- Peer review

WEDNESDAY, FEBRUARY 23

Oxygen balance models
- Presentation of working paper (Fred Page)
- Peer review

Eutrophication impacts of marine finfish aquaculture
- Presentation of working paper (Peter Strain)
- Peer review

THURSDAY, FEBRUARY 24

Assessing marine habitat sensitivity: a case study comparing eelgrass and kelps
- Presentation of working paper (Herb Vandermeulen)
- Peer review

Habitat Management context
- Presentation (Chad Ziai)
- Discussion

Science advice
- Summary of conclusions

FRIDAY, FEBRUARY 25

Science Advice
- Summary of conclusions

Research Priorities

ANNEXE 3 : Ordre du jour

Avis scientifique national à l'égard de la pisciculture marine en cage

Institut des sciences de la mer (auditorium), Sidney, Colombie-Britannique
Du 22 au 25 février 2005

LE MARDI 22 FÉVRIER

Introduction
- Vue d'ensemble du processus (Jake Rice)
- Discussion

Méthodes de surveillance benthique employées par Gestion de l'habitat à l'égard de la pisciculture marine au Canada
- Présentation du document de travail (Dave Wildish)
- Examen par des pairs

Pertinence du modèle DEPOMOD pour la gestion de la pisciculture à des emplacements particuliers, surtout pour ce qui est de la région du Pacifique
- Présentation du document de travail (Jon Chamberlain)
- Examen par des pairs

LE MERCREDI 23 FÉVRIER

Modèles d'équilibre de l'oxygène
- Présentation du document de travail (Fred Page)
- Examen par des pairs

Eutrophisation due à la pisciculture marine
- Présentation du document de travail (Peter Strain)
- Examen par des pairs

LE JEUDI 24 FÉVRIER

Évaluation de la sensibilité de l'habitat marin : étude de cas comparative entre la zostère marine et le varech
- Présentation du document de travail (Herb Vandermeulen)
- Examen par des pairs

Contexte de Gestion de l'habitat
- Présentation (Tchad Ziai)
- Discussion

Avis scientifique
- Sommaire des conclusions

LE VENDREDI 25 FÉVRIER

Avis scientifique
- Sommaire des conclusions
- Priorités de recherches